

# Pengaruh Suhu Terhadap Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M HCL dengan Adanya Inhibitor Kinina

Irfan Mardhani, Harmami

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: harmami@chem.its.ac.id

**Abstrak**—Efek inhibisi kinina pada korosi baja SS 304 dalam larutan HCl telah diteliti menggunakan metode pengurangan berat, polarisasi potensiodinamik dan *electrochemical impedance spectroscopy* (EIS). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kinina dapat digunakan sebagai inhibitor pada korosi baja SS 304 dalam larutan HCl. Inhibitor ini dapat menurunkan laju korosi baja SS 304 dengan efisiensi inhibisi yang optimum mencapai 88,17% dalam larutan 1 M HCl dengan kondisi suhu 50°C pada konsentrasi 500 mg/L. Efisiensi inhibisi yang dihasilkan meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi inhibitor. Pengaruh suhu terhadap nilai  $E_a$  pada media tanpa inhibitor yang lebih besar dibanding pada media dengan inhibitor, dimana hal tersebut dihubungkan dengan terjadinya peristiwa kemisorpsi dari Kinina pada permukaan baja. Adsorpsi molekul kinina pada permukaan baja mengikuti adsorpsi isothermal Langmuir.

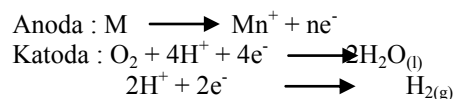
**Kata Kunci**—Efisiensiinhibi, kinina, baja SS 304, polarisasi potensiodinami, EIS, Adsorpsi Isotermal.

## I. PENDAHULUAN

**B**AJA SS 304 merupakan baja tahan karat yang memiliki kandungan unsur: Karbon (C) 0.04 %, Silikon (Si) 0.45 %, Mangan (Mn) 1.96 %, Kromium (Cr) 18.42 %, Nikel (Ni) 9.74 %, Fosfor (P) 0.0065 % dan Sulfur (S) 0.011 % [1], kandungan kromium yang ada pada baja SS 304 ini menjadikannya tahan karat karena terbentuk lapisan oksida di permukaannya. Di sisi lain baja SS 304 merupakan baja yang harganya lebih murah serta dapat diaplikasikan pada berbagai bidang industri dan non industri, berbeda dengan baja SS 316 yang memiliki kandungan kromium sebesar 16-18 % dan nikel sebesar 10-14 % mempunyai harga yang mahal [2].

Proses untuk menghilangkan kotoran, noda – noda, dan karat pada baja, salah satunya adalah pencucian baja; baik *pickling*, *cleaning*, *descaling*, maupun pengasaman minyak, dengan menggunakan asam-asam mineral, seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Walaupun baja memiliki beberapa kelebihan dalam hal kekerasan, mudah dibersihkan, daya tahan terhadap kondisi panas maupun dingin, tapi asam-asam mineral dengan kereaktifan cukup tinggi dapat menyebabkan terjadinya korosi pada baja tersebut. Korosi merupakan kerusakan bertingkat yang terjadi pada suatu bahan akibat reaksi kimia dengan lingkungannya. Proses korosi memerlukan beberapa syarat, diantaranya terdapat anoda, katoda, larutan elektrolit/media, dan rangkaian

listrik. Anoda pada logam merupakan daerah yang teroksidasi dengan melepaskan elektron dari atom logam netral dan menjadi ion logam yang membentuk produksi korosi (bentuk oksidasi) yang tidak larut dalam media. Untuk daerah katoda merupakan daerah yang tereduksi dengan menangkap elektron hasil dari oksidasi logam. Pada anoda dan katoda terjadi proses reduksi-oksidasi (redoks) dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :



[3].

oleh karena itu diperlukan inhibitor untuk menghambat tingkat kecepatan korosi dari baja SS 304 [2].

Inhibitor merupakan suatu zat kimia yang dapat memperlambat suatu reaksi kimia. Inhibitor dalam lingkup korosi diartikan sebagai suatu zat kimia yang ditambahkan pada cairan atau gas, dapat menurunkan laju korosi terhadap suatu logam atau logam campuran. Kinerja inhibitor dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni, pH, suhu, dan beberapa faktor yang khas untuk masing-masing inhibitor [2].

Inhibitor korosi pada awalnya menggunakan senyawa anorganik, namun dikarenakan senyawa anorganik seperti titanium (IV) oksida ( $TiO$ ) yang harganya mahal, dan kromat ( $CrO_4^{2-}$ ) dalam bentuk garam memiliki toksisitas yang tinggi dan berbahaya bagi lingkungan, inhibitor anorganik memiliki karakteristik yang dapat mempercepat laju korosi jika digunakan dalam jumlah berlebih [4].

Penelitian tentang inhibitor korosi sangat diperlukan oleh pihak industri, inhibitor korosi yang dibutuhkan oleh pihak industri merupakan bahan organik dari alam yang tidak beracun dan berbahaya, ramah lingkungan, mudah untuk diperoleh, serta harganya yang tidak mahal. Karakteristik dari inhibitor organik baik alami maupun buatan memiliki struktur heteroatom seperti S, P, N, dan O, serta ikatan  $\pi$  [5]. Inhibitor korosi alami seperti Kinina merupakan alkaloid yang didapat dari ekstrak pohon *Cinchona pubescens* yang terdapat di Peru, Bolivia dan beberapa negara Eropa, yang sudah digunakan sebagai anti malaria, anti demam, dan anti-inflammatory [6].

Penelitian sebelumnya menggunakan kinina dalam bentuk garam, yaitu kinina sulfat. Kinina sulfat sebagai inhibitor korosi pada baja karbon lunak memiliki efisiensi inhibisi sebesar 96,00 % dengan konsentrasi inhibitor 0,48 mM pada suhu 20°C [7]. Adapun penelitian lanjutan efisiensi inhibisi

untuk kinina sulfat yang terdapat dalam tablet kina (kandungan kinina sulfat 200 mg/tablet) pada baja SS 304 dalam larutan 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi inhibitor sebesar 125mg/L adalah sebesar 15,24% tanpa adanya penambahan KI, karena kinina sulfat membentuk dikationik yang stabil dalam larutan 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, maka terjadi interaksi yang sangat lemah dengan permukaan logam sehingga kinina sulfat tidak bisa menempel pada permukaan logam [10]. Efisiensi inhibisi kinina sulfat pada suhu optimum 60°C dengan konsentrasi KI yang ditambahkan sebesar 0,001 M, diketahui memiliki efisiensi inhibisi sebesar 98,83 % dengan konsentrasi inhibitor 125mg/L [10].

Penelitian tentang pengaruh suhuyang dapat berperan sebagai salah satu faktor yang dapat mempercepat korosi dan mempengaruhi aktivitas termodinamika dari inhibitor yang telah dilakukan oleh Spinelli dan De Souza pada 2009 yang menggunakan asam kafeat sebagai inhibitor korosi dengan menggunakan baja lunak dan asam sulfat [8]

Pada penelitian ini akan menguji pengaruh suhu terhadap kemampuan inhibisi korosi kinina murni pada baja SS 304 dalam media asam klorida (HCl) serta mengetahui aktivitas termodinamika dengan metode pengurangan berat, polarisasi potensiodinamik, dan spektroskopi impedansi elektrokimia dengan adanya pengaruh suhu.

## II. URAIAN PENELITIAN

### 2.1 Pembuatan Spesimen Baja SS 304

Lempengbaja SS 304 dipotongdengandimensi 3x3x0,1 cm<sup>3</sup> yang akan digunakan untuk metode pengurangan berat, sedangkan untuk polarisasi danmetode EIS, baja yang digunakan dipotong dengan dimensi 4x1x0,1 cm<sup>3</sup> berfungsi sebagai elektroda kerja. Kemudian dilapisi dengan aquaproof dan disisakan permukaan seluas 1 cm<sup>2</sup> untuk dipolarisasikan. Sebelumnya permukaan baja terlebih dahulu digosok dengan kertas ampelas berturut-turut dengan grade 500 dan 1000.

### 2.2 Pembuatan Media Korosi

#### 2.2.1 Larutan 1 M HCl

Diambil sebanyak 82,9 mL larutan HCl pekat (37 %), dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L, kemudian diencerkan dengan aquademin sampai tanda batas hingga diperoleh konsentrasi 1M HCl. Larutan 1 M HCl kemudian di standarisasi dengan larutan NaOH yang telah di standarisasi dengan larutan asam oksalat [9].

#### 2.2.2 Larutan 1 M HCl dengan Variasi Konsentrasi Kinina

Senyawa kinina sebanyak 0,5 gram dimasukkan dalam labu ukur 1 L dan ditambahkan 1M HCl sampai tanda batas. Media korosi dengan variasi Konsentrasi senyawa kinina 500 mg/L, 400mg/L, 300 mg/L, 200 mg/L, dan 100 mg/L dapat dibuat dari media korosi 1M HCl dengan konsentrasi senyawa kinina 500 mg/L dengan menggunakan prinsip pengenceran [9].

### 2.3 Metode Pengukuran Berat

Preparasi baja SS 304 telah dipersiapkan, ditimbang kemudian di rendam menggunakan media (a) dan (b) selama 3 jam pada suhu kamar, 40°C, 50°C, dan 60°C. Setelah proses perendaman baja dicuci dengan aquadest dan aseton secara berturut-turut kemudian dikeringkan dan ditimbang beratnya,

kemudian dibungkus dengan aluminium foil untuk metode selanjutnya. Perlakuan ini dilakukan triplo. Efisiensi inhibisi dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\%IE = \frac{P_{corr} - P_{corr}^o}{P_{corr}} \times 100$$

dimana  $P_{corr}$  pengurangan berat baja tanpa inhibitor, dan  $P_{corr}^o$  adalah pengurangan berat baja dengan inhibitor. Pengukuran fraksi dari permukaan baja yang dilapisi oleh molekul adsorban ( $\theta$ ), maka  $\theta$  dihitung dengan persamaan :

$$\theta = \frac{\%IE}{100} \quad [11]$$

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.2 Metode Pengurangan Berat

Inhibitor telah diuji pada waktu perendaman dalam media korosi selama 3 jam dengan lima konsentrasi yang berbeda yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500 (mg/L) pada suhu ruang, 40°C, 50°C, 60°C. Kecepatan korosi menurun ketika konsentrasi inhibitor ditambahkan, namun tidak bersesuaian ketika suhu ditingkatkan dari 50°C ke 60°C. Metode ini juga dapat mengetahui banyaknya ion (Fe<sup>2+</sup>) yang terlarut dari baja karena adanya proses oksidasi.

Tabel 3.1 menunjukkan data pengurangan berat baja SS 304 setelah direndam selama 3 jam dalam larutan 1 M HCl dengan dan tanpa inhibitor dengan variasi suhu. Efek suhu mempengaruhi nilai (%IE), yang dimana terjadi penurunan nilai (%IE) dan meningkatnya laju korosi ketika suhu ditingkatkan dari 50°C ke 60°C. Suhu mempengaruhi reaksi pada logam dikarenakan dapat menyebabkan desorpsi dari inhibitor yang telah teradsorp pada permukaan logam ketika suhu ditingkatkan dari 50°C ke 60°C yang dapat mempengaruhi menurunnya nilai efisiensi inhibisi (%IE) dan meningkatnya laju korosi (r), hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Inzunza dkk., 2012 [11].

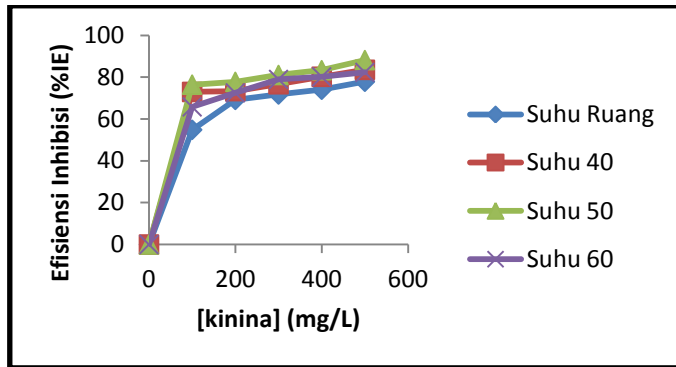
Berdasarkan Tabel 3.1, terlihat bahwa efisiensi inhibisi (%IE) mencapai nilai optimum pada konsentrasi 500 mg/L pada suhu 50 °C sebesar 88,17 %.

Tabel 3.1 Kecepatan korosi terhadap penambahan konsentrasi inhibitor pada metode pengurangan berat.

Suhu (°C)	[kinina] (mg/L)	$\Delta w$ (g)	% IE	lajukorosi (r) (mmpy)	$\theta$
30	0	0,08	0	0,00	0
	100	0,04	54,85	10,56	0,55
	200	0,03	69,16	4,81	0,69
	300	0,02	71,75	4,41	0,72
	400	0,02	74,01	4,06	0,74
	500	0,02	77,84	3,47	0,78
40	0	0,19	0	37,37	0
	100	0,05	72,95	10,11	0,73
	200	0,05	73,36	9,95	0,73
	300	0,05	76,64	7,39	0,77
	400	0,04	80,20	7,39	0,80
	500	0,03	83,53	6,16	0,84
50	0	0,27	0	51,48	0
	100	0,06	76,43	12,13	0,76
	200	0,06	77,76	11,45	0,78
	300	0,05	81,05	9,76	0,81
	400	0,04	83,34	8,59	0,83
	500	0,03	88,17	6,08	0,88
60	0	0,31	0	59,25	0

100	0,11	65,80	20,27	0,66
200	0,08	72,50	16,29	0,73
300	0,06	78,97	12,46	0,79
400	0,06	80,18	11,74	0,80
500	0,05	82,32	10,47	0,82

Data yang ada pada Tabel 3.1 dapat dibuat grafik hubungan antara efisiensi inhibisi dengan konsentrasi inhibitor pada suhu yang berbeda, seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik efisiensi inhibisi kinina dalam media 1 M HCl pada berbagai konsentrasi kinina dan suhu pada metode pengurangan berat

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kinina dapat digunakan sebagai inhibitor pada korosi baja SS 304 dalam larutan HCl. Inhibitor ini dapat menurunkan laju korosi baja SS 304 dengan efisiensi inhibisi yang optimum mencapai 88,17% dalam larutan 1 M HCl dengan kondisi suhu 50°C pada konsentrasi 500 mg/L. Efisiensi inhibisi yang dihasilkan meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi inhibitor. Pengaruh suhu terhadap nilai  $E_a$  pada media tanpa inhibitor yang lebih besar dibandingkan pada media dengan inhibitor, dimana hal tersebut dihubungkan dengan terjadinya peristiwa kemisorpsi dari Kinina pada permukaan baja. Efek suhu memfasilitasi adsorpsi molekul inhibitor dengan kenaikan efisiensi inhibisi optimum pada suhu 50°C, pada suhu 60°C terjadi desorpsi dari inhibitor yang ditandai dengan penurunan efisiensi inhibisi. Adsorpsi molekul kinina pada permukaan baja mengikuti adsorpsi isothermal Langmuir.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang selalu memberikan ilmu, rahmat dan kasih sayang-Nya,
2. Orang tua dan keluarga tercinta atas segala doa dan dukungannya,
3. Semua dosen Jurusan Kimia dan staff atas segala bimbingan dan bantuannya,
4. Semua sahabatku seperjuangan angkatan 2009 atas segala doa, bantuan, semangat dan kerjasamanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rashid M. W. A., Gakim M., Rosli Z. M. and Azam M. A. (2012) "Formation of Cr<sub>2</sub>C<sub>6</sub> during the Sensitization of AISI 304 Stainless Steel and its Effect to Pitting Corrosion". *International Journal of Electrochemical Science* 7, 13.
- [2] Talbot D. (1998) *Corrosion Science and Technology*. first ed., CRC press, Boca Raton,.
- [3] Craig B. D., Lane R. A. and Rose D. H. (2006) *Corrosion Prevention and Control: A Program Management Guide for Selecting Materials*. second ed., Alion Science and Technology, United State.
- [4] Abboud Y., Abourriche A., Saffaj T., Berrada M., Charrouf M., Bennamara A. and Hannache H. (2009) "A Novel Azo Dye, 8-Quinololinol-5-Azoantipyrine as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Media". *Corrosion Science* 237, 175–189.
- [5] Ofoegbu S. U. (2012) "Corrosion Inhibition of Mild Steel in 0.1M Hydrochloric Acid Media by Chloroquine Diphosphate". *Electrochemical Science* 7, 5.
- [6] PrayGod G., Frey A. de and Eisenhut M. (2008) "Artemisinin Derivatives Versus Quinine in Treating Severe Malaria in Children: A Systematic Review". *Biomed Central* 7, 9.
- [7] Awad M. I. (2006) "Eco Friendly Corrosion Inhibitors: Inhibitive Action of Quinine for Corrosion of Low Carbon Steel in 1 M HCl". *Springer* 36, 1163-1168.
- [8] Spinelli A. and FS. De Souza (2009) "Caffeic acid as a green corrosion inhibitor for mild steel". *Corrosion Science* 51, 7.
- [9] Quraishi M. , Sudheer and Ebenso E. . (2012) "Ketorol: New and Effective Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution". *International Journal of Electrochemical Science* 7, 13.
- [10] Nugraheni, Zjakra. (2012). *Inhibisi Korosi Baja SS 304 dengan Kinina Sulfat dalam Media 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*. Tugas Akhir. FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Inzunza R. G., Salas B. V., Kharshan R., Furman A. and Wiener M. S. (2012) "Interesting Behavior of Pachycormus discolor Leaves Ethanol Extract as a Corrosion Inhibitor of Carbon Steel in 1M HCl: A Preliminary Study". *Hindawi Publishing Corporation*, 8.